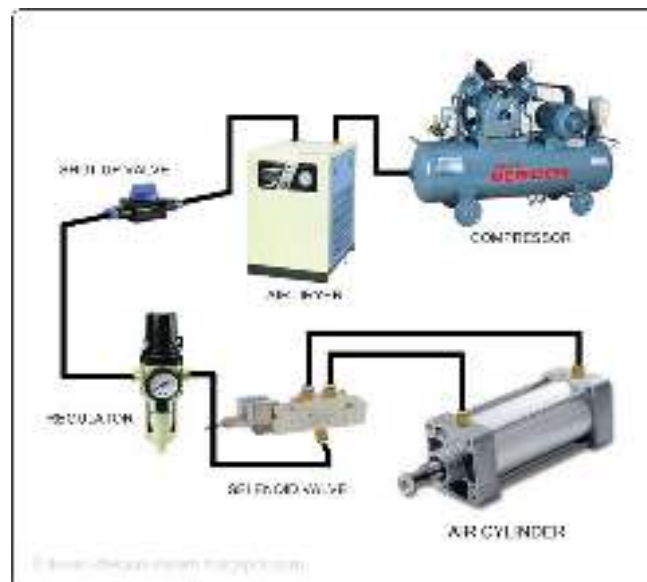


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem pneumatik. Dalam penerapannya, pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi (Wahyu Pram, 2012).



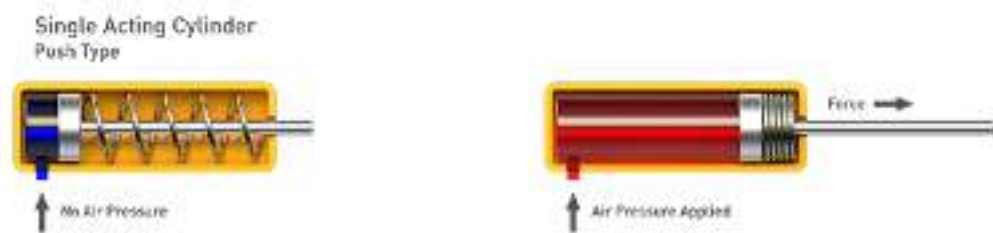
Gambar 2.1 Sistem Pneumatik

Pneumatik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis menurut penggerak mekanismenya (Aktuator), yaitu (Jafar, 2019) :

1. *Single Acting Cylinder* (Silinder Kerja Tunggal)

Single acting cylinder atau biasa disebut dengan silinder kerja tunggal. Merupakan jenis aktuator yang umum digunakan, karena pada dasarnya penggunaan silinder ini cukup mudah untuk diterapkan dan lebih banyak kebutuhannya, Selain itu silinder ini banyak beredar dipasaran, Hal

tersebutlah yang membuat silinder ini umum digunakan. Pada bagian dalam silinder kerja tunggal terdapat pegas yang digunakan untuk mengembalikan posisi silinder yang awalnya maju menjadi mundur, jadi peran pegas tersebut supaya silinder bisa bergerak mundur ketika batang piston dalam posisi maju. Untuk membuat silinder bergerak maju, silinder diberi udara bertekanan. Ketika udara tersebut mengisi tangki udara pada silinder, perlahan batang silinder akan bergerak maju. Penulis memilih Pneumatik dengan aktuator *Single Action Cylinder* (Silinder Kerja Tunggal) sebagai salah satu komponen utama mesin Tugas Akhir dikarenakan pneumatik jenis ini sangat cocok untuk pengoperasian *Press Tool* dengan bantuan Pegas/*Spring* untuk mengembalikan Piston kembali ke posisi semula setelah pengoperasian.

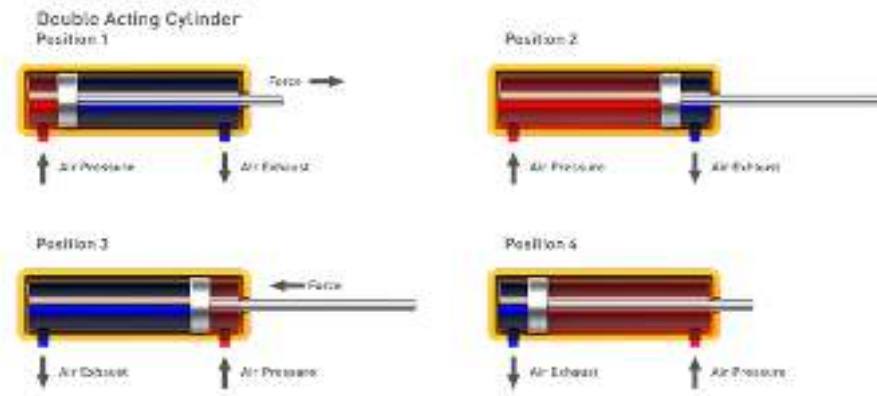


Gambar 2.2 Skema *Single Acting Cylinder*

2. *Double Acting Cylinder* (Silinder Kerja Ganda)

Double acting cylinder atau biasa disebut dengan silinder kerja ganda merupakan komponen pneumatik yang umum digunakan dalam dunia perindustrian. Komponen ini sama halnya seperti pada silinder kerja tunggal yang umumnya banyak beredar dipasaran. Penggunaan silinder ini cukup mudah untuk diterapkan. Terdapat 2 buah saluran, yaitu saluran masuk untuk mendorong batang silinder dan saluran keluar untuk membuat batang silinder bergerak mundur. Cara kerja dari silinder ini yaitu, memberi udara bertekanan pada salah satu dari ke dua lubang tersebut yang mana pada saat diberi udara bertekanan pada salah satu input, maka udara tersebut akan mengisi ruang tangki yang ada pada

silinder. Setelah muatan pada tangki sudah mencukupi, maka batang silinder akan bergerak maju maupun mundur



Gambar 2.3 Skema *Double Acting Cylinder*

3. *Cylinder Without Piston Rod* (Silinder Slider)

Cylinder without piston rod atau biasa dikenal dengan silinder slider merupakan silinder yang tidak memiliki sebuah batang piston untuk menggerakkan suatu mekanisme. Silinder slider memiliki 2 input angin yang sama dengan silinder kerja ganda dan cara kerja dari silinder tersebut juga mirip seperti silinder kerja ganda, yang membedakan hanyalah penggunaan mekanismenya. Pada silinder kerja ganda, penggunaan mekanismenya menggunakan batang silinder. Sedangkan pada silinder slider penggunaan mekanime menggunakan sebuah item/benda yang berbentuk kotak atau tabung.



Gambar 2.4 Pneumatik Silinder Slider

4. *Multiple Position Cylinder, Double-Acting* (Silinder kerja ganda dengan *double* silinder)

Silinder ini merupakan perkembangan dari silinder kerja ganda yang mana pada silinder ini terdapat 2 input dan 2 buah batang piston yang terletak pada sisi kanan dan sisi kiri silinder. Cara kerja dari silinder ini hampir sama dengan silinder kerja ganda pada umumnya. yang membedakan dari ke dua jenis silinder tersebut adalah posisi dari batang pistonnya. Pada batang piston *Multiple position cylinder* terdapat 2 buah batang silinder yang ada di sisi kanan dan sisi kiri. untuk mekanisme dari silinder tersebut yaitu, pada saat lubang udara sebelah kanan di isi udara bertekanan, maka batang silinder pada sebelah kiri akan bergerak maju, sedangkan pada batang piston sebelah kanan akan bergerak mundur. Begitu juga sebaliknya apabila lubang udara di sisi kanan diberi udara bertekanan maka silinder di sisi sebelah kanan akan bergerak maju dan silinder di sisi sebelah kiri akan bergerak mundur.



Gambar 2.5 (Pneumatik Silinder kerja ganda dengan *double* silinder)

Penggunaan sistem pneumatik, antara lain sebagai berikut :

- a. Rem
- b. Buka dan tutup pintu
- c. Pelepas dan penarik roda - roda pesawat
- d. Pelepas ban mobil dan lain – lain

2.1.1. Kelebihan Sistem Pneumatik

Kelebihan sistem pneumatik antara lain :

- a. Fluida kerja mudah didapat dan ditransfer
- b. Dapat disimpan dengan baik
- c. Penurunan tekanan relatif kecil
- d. Viskositas fluida yang lebih kecil sehingga gesekan dapat diabaikan
- e. Aman terhadap kebakaran.

2.1.2. Kekurangan Sistem Pneumatik

Kekurangan sistem pneumatik antara lain :

- a. Gangguan suara yang bising
- b. Gaya yang ditransfer terbatas
- c. Dapat terjadi pengembunan.

2.1.3. Komponen Sistem Pneumatik

1. Kompresor

Kompresor digunakan untuk mengisap udara di atmosfer dan menyimpannya dalam tangki penampung atau *air receiver*. Kondisi udara dalam atmosfer dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.



Gambar 2.6 Kompresor

Secara umum kompresor dibedakan menjadi dua jenis yaitu kompresor perpindahan positif (*Positive Displacement compressor*) dan kompresor dinamis (*Dynamic compressor*)

1). Kompresor perpindahan positif

Kompresor perpindahan positif dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor piston (*reciprocating compressor*) dan kompresor putar (*rotary*).

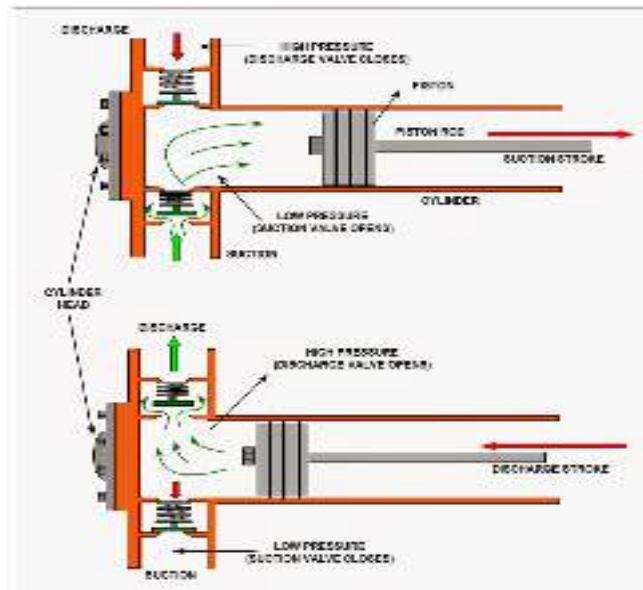
Kompresor Torak (*Reciprocating Compressor*)

dibagi lagi menjadi 3 jenis, yaitu :

(a). Kompresor Torak Resiprokal (*Reciprocating Compressor*)

Kompresor ini dikenal juga dengan kompresor torak, karena dilengkapi dengan torak yang bekerja bolak-balik atau gerak resiprokal. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak ke titik mati bawah ke titik mati atas, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya di masukkan ke dalam tabung penyimpanan udara.

Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder. Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan. Gerakan mengisap dan mengkompresi ke tabung penampung ini berlangsung secara terus menerus, pada umumnya bila tekanan dalam tabung telah melebihi kapasitas, maka katup pengaman akan terbuka, atau mesin penggerak akan mati secara otomatis.

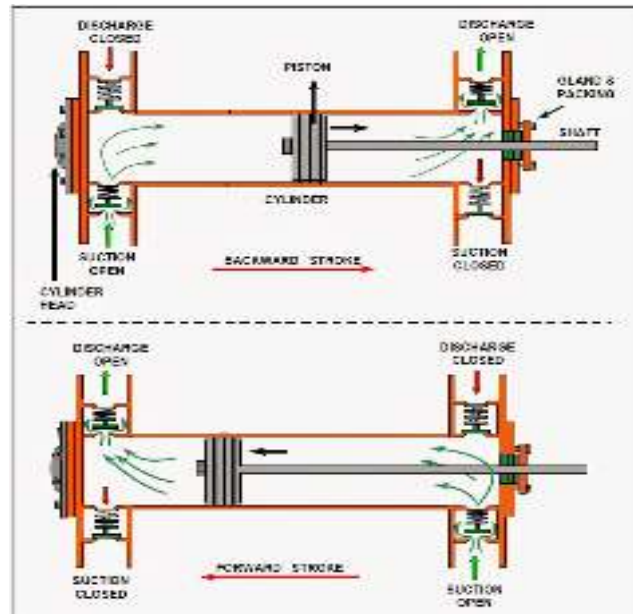


Gambar 2.7 Skema Kompresor Torak Reciprokak

(b). Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja Ganda

Kompresor udara bertingkat digunakan untuk menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi. Udara masuk akan dikompresi oleh torak pertama, kemudian didinginkan, selanjutnya dimasukkan dalam silinder kedua untuk dikompresi oleh torak kedua sampai pada tekanan yang diinginkan. Pemampatan (pengompresian) udara tahap kedua lebih besar, temperatur udara akan naik selama terjadi kompresi, sehingga perlu mengalami proses pendinginan dengan memasang sistem pendingin. Metode pendinginan yang sering digunakan misalnya dengan sistem udara atau dengan system air bersirkulasi. Batas tekanan maksimum untuk jenis kompresor torak resiprokal antara lain, untuk kompresor satu tingkat tekanan hingga 4 bar, sedangkan dua tingkat atau lebih tekanannya hingga 15 bar. Penulis memilih Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja Ganda sebagai salah satu mesin yang digunakan saat pengujian “Mesin Press Kaleng Minuman Ringan Tenaga Pneumatik.” Penulis memilih kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja

Ganda dikarenakan kompresor ini memiliki tekanan angin yang tinggi yaitu 15 bar.

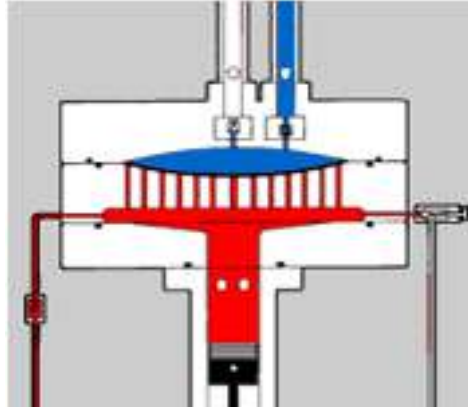


Gambar 2.8 Skema Kompresor Torak Dua Tingkat Sistem/Kerja Ganda

(c). Kompresor diafragma

Jenis Kompresor ini termasuk dalam kelompok kompresor torak. Namun letak torak dipisahkan melalui sebuah membran diafragma. Udara yang masuk dan keluar tidak langsung berhubungan dengan bagian-bagian yang bergerak secara resiprok. Adanya pemisahan ruangan ini udara akan lebih terjaga dan bebas dari uap air dan pelumas/oli. Oleh karena itu kompresor diafragma banyak digunakan pada industri bahan makanan, farmasi, obat-obatan, dan kimia. Prinsip kerjanya hampir sama dengan kompresor torak. Perbedaannya terdapat pada sistem kompresi udara yang akan masuk kedalam tangki penyimpanan udara bertekanan. Torak pada kompresor diafragma tidak secara langsung menghisap dan menekan udara, tetapi menggerakkan sebuah membran

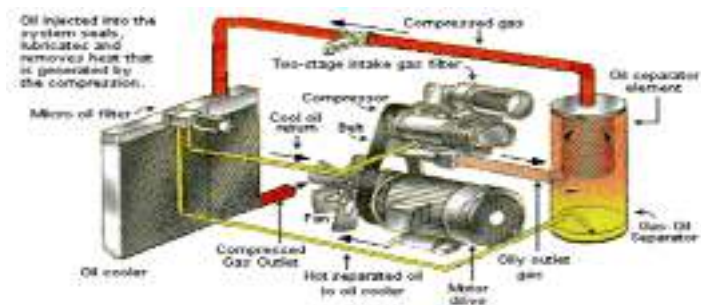
(diafragma) dulu. Dari gerakan diafragma yang kembang kempis itulah yang akan menghisap dan menekan udara ke tabung penyimpan.



Gambar 2.9 Skema Kompresor Diafragma

Kompresor Putar (*Rotary*)

Kompresor putar baling-baling luncur secara eksentrik rotor dipasang berputar dalam rumah yang berbentuk silindris, mempunyai lubang-lubang masuk dan keluar. Keuntungan dari kompresor jenis ini adalah mempunyai bentuk yang pendek dan kecil, sehingga menghemat ruangan dan juga dapat menghantarkan dan menghasilkan udara secara terus menerus dengan mantap. Baling-baling luncur dimasukkan ke dalam lubang yang tergabung dalam rotor dan ruangan dengan bentuk dinding silindris. Ketika rotor mulai berputar, energi gaya sentrifugal baling-balingnya akan melawan dinding. Karena bentuk dari rumah baling-baling itu sendiri yang tidak sepusat dengan rotornya maka ukuran ruangan dapat diperbesar atau diperkecil menurut arah masuknya (mengalirnya) udara.



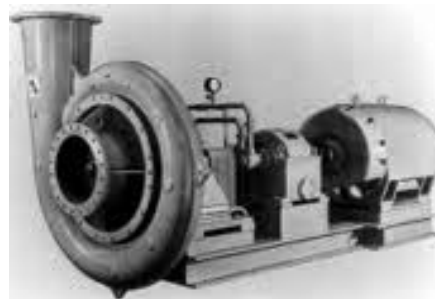
Gambar 2.10 Skema Kompresor Putar

2). Kompresor Dinamis

Kompresor dinamis dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor sentrifugal dan kompresor aksial.

(a). Kompresor sentrifugal

Kompresor sentrifugal merupakan kompresor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk mempercepat aliran fluida udara (gaya kinetik), yang kemudian diubah menjadi peningkatan potensi tekanan (menjadi gaya tekan) dengan memperlambat aliran melalui diffuser.

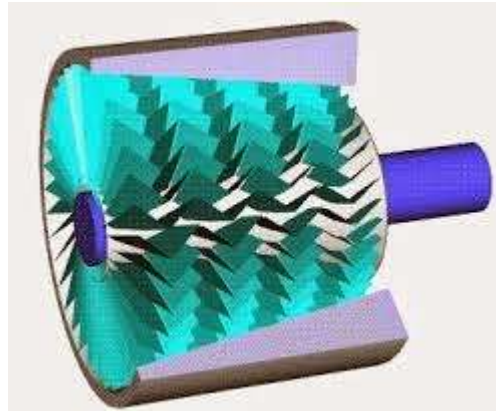


Gambar 2.11 Kompresor Sentrifugal

(b). Kompresor Aksial

Kompresor aksial adalah kompresor yang berputar dinamis yang menggunakan serangkaian kipas airfoil untuk semakin menekan aliran fluida. Aliran udara yang masuk akan mengalir keluar dengan cepat tanpa perlu dilemparkan ke samping seperti

yang dilakukan kompresor sentrifugal. Kompresor aksial secara luas digunakan dalam turbin gas/udara seperti mesin jet, mesin kapal kecepatan tinggi, dan pembangkit listrik skala kecil.



Gambar 2.12 Kompresor Aksial

2. *Oil and Water Trap*

Fungsi dari *Oil and Water Trap* adalah sebagai pemisah oli dan air dari udara yang masuk dari kompresor. Jumlah air persentasenya sangat kecil pada udara yang masuk kedalam sistem pneumatik, akan tetapi dapat menjadi penyebab serius dari tidak berfungsinya sistem.



Gambar 2.13 *Oil and Water Trap*

3. *Pressure Regulator*

Sistem tekanan udara masuk pada tekanan tinggi menambah tekanan pada bilik dan mendesak beban pada piston atau tempat mengatur tekanan udara yang akan masuk ke silinder pneumatik.



Gambar 2.14 *Pressure Regulator*

4. Pegas

Pegas merupakan benda elastis yang umumnya terbuat dari baja yang menyimpan energi mekanik. (Zainuri, 2010)

Pegas dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis fungsi dan beban yang bekerja yaitu :

(a.) Pegas helix tarik (*Tension Helical Compression*)

Untuk mengaplikasikan beban pada pegas tarik diperlukan konstruksi khusus pada ujung pegas berupa *hook* (kait) atau *loop*. Bentuk standar *hook* didapatkan dengan menekuk lilitan terakhir sebesar 90° terhadap badan lilitan. Mengingat bentuk *hook*, adanya konsentrasi tegangan biasanya membuat *hook* atau *loop* mengalami tegangan yang lebih besar dibandingkan tegangan pada lilitan. Pada kesempatan kali ini penulis memilih Pegas helix tarik (*Tension Helical Compression*) sebagai salah satu bagian dari komponen “Mesin Press Kaleng Minuman Ringan Tenaga Pneumatik.” Pegas helix tarik memiliki peranan yang penting dalam sistem pneumatik *single action*, yaitu mengembalikan poros penekan ke posisi semula setelah pengoperasian pneumatik selesai.



Gambar 2.15 Pegas helix tarik (*Tension Helical Spring*)

(b.) Pegas Helix Tekan (*Compression Helical Spring*)

Pegas helix tekan adalah pegas kawat dengan penampang bulat, diameter *coil* konstan, dan *pitch* yang konstan. Pegas ini hanya bertugas untuk mendorong/menekan beban yang diterimanya.



Gambar 2.16 Pegas Helix Tekan (*Compression Helical Spring*)

(c.) Pegas Helix Puntir (*Torsional Helical Spring*)

Pegas helix bisa dibebani secara torsional, baik tekan maupun tarik. Ujungnya diperpanjang pada arah tangensial untuk menahan beban momen. Ujung pegas jenis ini mempunyai berbagai macam bentuk, tergantung penggunaannya. Kebanyakan *coil*-nya rapat seperti pegas tarik, tanpa adanya *initial tension*, tetapi kadang juga renggang seperti pegas tekan untuk menghindari adanya gesekan.



Gambar 2.17 Pegas Helix Puntir (*Torsional Helical Spring*)

2.2. Beban

Beban *press* berfungsi sebagai penekan kaleng. Gaya tekan penampang didapat dari sistem pneumatik yang ditenagai udara terkompresi dengan menggunakan kompresor.

2.3. Proses Permesinan

Proses permesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses permesinan.

Proses permesinan menggunakan prinsip pemotongan logam yang dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu : proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional . Proses pemotongan dengan menggunakan mesin pres meliputi pengguntingan (*shearing*), pengepresan (*pressing*) dan penarikan (*drawing, elongating*). Proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas meliputi proses bubut (*turning*), proses frais (*milling*), sekrap (*shaping*). Proses pemotongan logam ini biasanya dinamakan proses permesinan, yang dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang

tidak digunakan menjadi beram (*chips*) sehingga terbentuk benda kerja. (Dwi Rahdiyanta, 2010)

2.3.1. Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut BOR. (Ikhtiar, 2018)

Mesin bor dapat dibedakan berdasarkan jenis-jenisnya yaitu :

a. Mesin Bor Meja

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lubang benda kerja dengan diameter (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar sekaligus sebagai pemegang mata bor yang dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.



Gambar 2.18 Gambar Mesin Bor Meja

b. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol. Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok, maupun pelat logam. Khusus mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang dapat juga digunakan untuk mengencangkan dan mengendurkan baut karena dilengkapi dua putaran yaitu kearah kiri dan kearah kanan. Mesin bor ini tersedia daalm berbagai ukuran, bentuk, kapasitas dan fungsinya masing-masing. Penulis menggunakan mesin bor tangan dikarenakan bor tangan lebih fleksibel digunakan dibandingkan bor meja.



Gambar 2.19 Mesin Bor Tangan

c. Mesin Bor Radial

Mesin bor radial khusus dirancang untuk pengeboran benda-benda Kerja yang besar dan berat. Mesin ini langsung dipasang pada lantai, sedangkan meja mesin telah terpasang secara permanen pada landasan atau alas mesin. Pada mesin ini benda kerja tidak bergerak



Gambar 2.20 Mesin Bor Radial

d. Mesin Bor Tegak (*Vertical Drilling Machine*)

Digunakan untuk benda kerja dengan ukuran yang lebih besar, dimana proses pemakanan dari mata bor dapat dikendalikan secara otomatis naik turun. Pada proses pengeboran, poros utama digerakkan naik turun sesuai kebutuhan. Meja dapat diputar 360 derajat, mejanya diikat bersama sumbu berulir pada batang mesin, sehingga mejanya dapat digerakkan naik turun dengan menggerakkan engkol.



Gambar 2.21 Mesin Bor Radial

e. Mesin Bor Koordinat

Mesin bor koordinat pada dasarnya memiliki prinsip yang sama dengan mesin bor yang lainnya. Perbedaannya terdapat pada sistem pengaturan posisi pengeboran. Mesin bor koordinat digunakan untuk membuat/membesarkan lubang antar masing-masingnya memiliki ukuran dan ketelitian yang tinggi.

Untuk mendapatkan ukuran ketelitian yang tinggi tersebut digunakan meja kombinasi yang dapat diatur dalam memanjang dan arah melintang dengan bantuan sistem optik serta dapat diatur mencapai toleransi 0,001 mm.



Gambar 2.22 Mesin Bor Koordinat

f. Mesin Bor Lantai

Mesin bor lantai adalah mesin bor yang dipasang dilantai. Mesin bor lantai disebut juga mesin bor kolom. Jenis lain mesin bor lantai ini adalah mesin bor yang mejanya disangga dengan batang pendukung. Mesin bor jenis ini biasanya dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat.



Gambar 2.23 Mesin Bor Lantai

2.3.2. Las Listrik

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan bimetal adalah proses pengelasan yang menyambungkan dua macam logam yang berbeda.

Pengelasan bimetal mempunyai tingkat kerumitan yang lebih tinggi dibanding dengan pengelasan logam yang sejenis. Karena logam yang tidak sejenis mempunyai karakteristik yang berbeda satu sama lainnya. Sehingga proses pengelasan logam yang tidak sejenis membutuhkan beberapa teknik tertentu, misalnya pemilihan logam yang akan disambung harus tepat, pemilihan elektroda yang sesuai, pengaturan *heat* input yang tepat, serta pemilihan perlakuan panas pasca pengelasan yang tepat.

salah satu jenis las yang paling banyak digunakan adalah *shielded metal arc welding*. Teknik pengelasan ini menggunakan nyala listrik sebagai panas pencair logam (Wiryosumarto, 2014).



Gambar 2.24 Las Listrik

2.3.4. Mesin Gerinda

Mesin Gerinda (*Grinder*) adalah power tool multifungsi yang cukup penting. Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong ataupun menggerus benda kerja dengan tujuan atau kebutuhan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.

Mesin gerinda dibedakan menjadi berbagai macam menurut fungsinya, yaitu.

a. Mesin Gerinda Duduk (*Bench Grinder*)

Mesin gerinda jenis ini berukuran lebih kecil dari kedua jenis mesin gerinda di atas dan dipasang pada meja kerja dengan baut. Mesin ini memiliki dua batu gerinda pada kedua ujungnya dan umumnya digunakan untuk mengasah benda-benda berukuran kecil, seperti mata bor, pahat tangan, pahat bubut, kapak, pisau, golok dan sebagainya. Mata gerinda kasar di pasang pada bagian sebelah kiri, sedangkan mata gerinda halus dipasang pada bagian sebelah kanan.

Pemasangan dua jenis mata gerinda tersebut bertujuan agar mesin gerinda ini mempunyai dua fungsi sekaligus, yakni sebagai pemotong dan pengasah. Fungsi pemotong menggunakan batu gerinda kasar sedangkan fungsi pengasah menggunakan batu gerinda halus.

Mesin gerinda duduk yang memiliki kaki khusus sehingga berdiri sendiri lebih tinggi di atas lantai disebut Mesin Gerinda Berdiri (*Floor Stand Grinder*) namun fungsinya tetap sama.



Gambar 2.25 Mesin gerinda berdiri

b. Mesin Gerinda Tangan (*Hand Grinder*)

Mesin gerinda jenis ini berukuran cukup kecil sehingga dapat dipegang dan dioperasikan langsung dengan tangan. Jenis mesin gerinda tangan ini adalah mesin gerinda serba guna. Mesin ini dapat dipergunakan untuk menghaluskan ataupun memotong benda logam, kayu, lantai keramik, kaca serta dapat dipergunakan untuk memoles permukaan mobil. Mesin gerinda tangan digunakan secara umum sebagai alat potong di dalam bengkel kecil ataupun rumah tangga



Gambar2.26 Gerinda tangan